



SKRIPSI - ME 141501

***ANALISA EFISIENSI PENAMBAHAN ICE FLAKE
PADA SISTEM PENDINGINAN RUANG PALKAH
KAPAL IKAN***

Yosef Novian Andy Prasetyo
NRP 4210 100 036

Dosen Pembimbing :
Ir. Amiadji , M.Sc.
Edi Jatmiko ST, MT

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT - ME 141501

**THE EFFICIENCY ANALYSIS ADDITIONS OF FLAKE
ICE IN CARGO HOLD COOLING SYSTEM OF
FISHING VESSEL**

Yosef Novian Andy Prasetyo
NRP 4210 100 036

Supervisor :
Ir. Amiadji , M.Sc.
Edi Jatmiko ST, MT

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2017**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA EFISIENSI PENAMBAHAN *ICE FLAKE* PADA SISTEM PENDINGIN RUANG PALKAH KAPAL IKAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Marine Manufacture & Design* (MMD)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh :

Yosef Novian Andy Prasetyo
NRP. 4210 100 036

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi :

1. Ir. Amiadji , M.Sc.
NIP : 196103241988031001
2. Edi Jatmiko ST, MT
NIP : 1978 07062008011008



(.....)



(.....)

SURABAYA
Januari, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA EFISIENSI PENAMBAHAN *ICE FLAKE* PADA SISTEM PENDINGIN RUANG PALKAH KAPAL IKAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Marine Manufacture & Design* (MMD)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Yosef Novian Andy Prasetyo
NRP 4210 100 036

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem
Perkapalan:



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.
NIP 197708022008011007

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALISA EFISIENSI PENAMBAHAN *ICE FLAKE* PADA SISTEM PENDINGIN RUANG PALKAH KAPAL IKAN

Nama Mahasiswa : Yosef Novian Andy Prasetyo
NRP : 4210100036
Dosen Pembimbing : Ir. Amiadji , M.Sc.
Edi Jatmiko ST, MT

ABSTRAK

Sebagai negara maritim, sebagian besar mata pencaharian masyarakat di pesisir Indonesia adalah sebagai nelayan. Proses pengawetan ikan setelah ditangkap sangat menentukan baik atau tidaknya produk hasil tangkapan ikan nantinya. Salah satu proses pengawetan ikan yang bisa dilakukan salah satunya adalah dengan melakukan proses pendinginan dengan menggunakan mesin pendingin di kapal. Sistem refrigerasi tentunya membutuhkan daya yang cukup besar. Penggunaan daya yang besar itu sebisa mungkin dikurangi, salah satunya adalah dengan menambahkan es cacah (*ice flake*) pada ruang muat kapal ikan. Sehingga beban untuk pendinginan bisa dikurangi. Tujuan dari Skripsi ini adalah untuk mengetahui bagaimanakah pengaruh penambahan ice flake pada muatan di ruang muat kapal penangkap ikan, serta mengetahui berapa besar daya listrik yang digunakan apabila mesin pendingin dikombinasikan dengan penambahan ice flake. Pada analisa ini perhitungan beban pendinginan mengacu pada standard ISO 7547. Dari hasil analisa diketahui bahwa penambahan ice flake pada ruang muat mapu mengurangi beban pendinginan dan mampu mengurangi pemakaian day listrik di kapal utamanya untuk perbandingan penambahan ice flake dan berat ikan 1:1.

Kata Kunci : Ice Flake, Sistem Refrigerasi, Metode Pendinginan Ikan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

EFFEICIENCY ANALYSIS ADDITIONS OF FLAKE ICE IN CARGO HOLD COOLING SYSTEM OF FISHING VESSEL

Student Name : Yosef Novian Andy Prasetyo
NRP : 410100036
Advisor : Ir. Amiadji , M.Sc.
Edi Jatmiko ST, MT

ABSTRACT

As a maritime nation, the majority of people's livelihood in Indonesia coast is as a fishermen. The process of preserving fish after being caught will determine how good the product quality. One of process on preserving fish that can be done is to perform the cooling process using a cooling machine on board. Refrigeration system certainly requires high electrical power consumption. That high power usage can be reduced as much as possible, one of which is to add chopped ice (ice flake) on a fishing boat cargo space. So that the load for cooling can be reduced. The purpose of this thesis is to find out how the influence of the addition of ice flake on cooling load in the cargo hold of fishing vessels, and to know how much power is used when the cooling machine is combined with the addition of ice flake. In this analysis cooling load calculation refers to the standard ISO 7547. from the results of analysis found that the addition of ice flake on cargo space can reduce cooling load and can reduce electricity consumption day in the main vessel for the addition comparison flake ice and fish weight of 1: 1.

Keywords: *Ice flake , Refrigeration system , Fish cooling methode*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan program sarjana strata 1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Hermawan Harto dan Ibu Asmini yang senantiasa membantu dan mendukung saya baik secara moril dan materil.
2. Bapak Ir. Amiadji , M.Sc , Bapak Edi Jatmiko ST ,MT dan Bapak Ir. Agoes Santoso, M.Sc selaku dosen yang telah membimbing saya, sehingga saya mampu menyelesaikan skripsi ini.
3. Seluruh dosen dan civitas akademika Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang telah membimbing dan memberikan ilmu dan bimbingan selama saya menempuh perkuliahan di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, FTK-ITS.
4. Seluruh saudara saya seangkatan PINISI 10 yang selalu memberikan semangat kepada saya dari seluruh penjuru Indonesia.
5. Anisa Nurjanah, selaku teman spesial yang selalu menemani dan memberi semangat kepada saya.
6. Serta pihak-pihak lain yang tidak bis saya sebutkan satu persatu, yang membantu kelancaran pengerjaan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan, sehingga saran dan masukan yang membangun

sangat dibutuhkan. Besar harapan penulis agar tulisan ini bisa bermanfaat bagi pembaca

Surabaya, Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK	ix
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	xx
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Skripsi	3
1.4 Manfaat Skripsi	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sistem Refrigerasi	5
2.2 Ice Flake	8
2.3 Ikan Tuna.....	10
2.4 Perhitungan Beban Pendinginan	12
2.4.1 Beban Produk	13
2.4.2 Beban Transmisi.....	14
2.4.3 Beban Panas Matahari	15

2.4.4	Beban Panas Tambahan.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		17
3.1	Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	17
3.2	Studi Literatur.....	18
3.3	Metodologi Penelitian.....	19
3.4	Analisa Data	19
3.5	Penarikan Kesimpulan dan Saran.....	19
3.6	Flow Chart Pengerjaan Skripsi.....	20
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....		21
4.1	Data Kapal dan <i>General Arangement</i>	21
4.2	Dimensi Ruang Palka	23
4.3	Mesin <i>Ice Flake</i>	25
4.4	Posisi Mesin <i>Ice Flake</i> di kapal.....	26
4.5	Perhitungan Beban Pendinginan Tanpa <i>ice flake</i>	27
4.5.1	Perhitungan Beban Transmisi.....	27
4.5.2	Perhitungan <i>Solar Heat Gain</i>	31
4.5.3	Perhitungan <i>Heat Gain from Person</i>	33
4.5.4	Perhitungan Beban Pendinginan Dari Cahaya Lampu	34
4.5.5	Perhitungan Beban Pendinginan Dari Muatan	36
4.5.6	Beban Pendinginan Total.....	36
4.6	Perhitungan Beban Pendinginan Dengan <i>ice flake</i>	38
4.6.1	Perhitungan Beban Pendinginan Dari Muatan dengan penambahan <i>ice flake</i> 1:3.....	38

4.6.2	Perhitungan Beban Pendinginan Dari Muatan dengan penambahan <i>ice flake</i> 1:2.....	40
4.6.3	Perhitungan Beban Pendinginan Dari Muatan dengan penambahan <i>ice flake</i> 1:1.....	41
4.7	Pemilihan Mesin Pendingin.....	44
4.8	Analisa Data	48
4.8.1	Beban Pendinginan Muatan.....	48
4.8.2	Beban Pendinginan Ruang Palka.....	50
4.8.3	Pemakaian Energi Listrik Mesin Pendingin	51
4.8.4	Total Pemakaian Daya Listrik	52
4.8.5	Estimasi Biaya Pemakaian Daya Listrik	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....		59
LAMPIRAN		61
BIODATA PENULIS.....		67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Sistem Refrigerasi	7
Gambar 2 2 Ice Flake	9
Gambar 2 3 Mesin Ice Flake	10
Gambar 2 4 Jenis Ikan Tuna.....	11
Gambar 4 1 Rencana Umum Kapal.....	22
Gambar 4 2 Spesifikasi mesin ice flake	25

Gambar 4 3 Peletakan mesin ice flake.....	26
--	----

Gambar 4 4 Posisi Peletakan Mesin Pendingin	44
Gambar 4 5 Detail Ruang Palka	45
Gambar 4 6 Beban Pendinginan Muatan.....	48
Gambar 4 7 Grafik Total Beban Pendinginan Muatan	49
Gambar 4 8 Diagram Beban Pendinginan Ruang Palka.....	50
Gambar 4 9 Grafik Konsumsi Daya Listrik Mesin Pendingin	51
Gambar 4 10 Grafik Total Kebutuhan Daya Listrik.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 4 1 Data Kapal	23
Tabel 4 2 Dimensi Ruang Palka Kapal Penangkap Ikan	24
Tabel 4 3 Area Luasan Dinding Ruang Palka	27
Tabel 4 4 Suhu Dinding Ruang Palka	28
Tabel 4 5 Perbedaan Suhu Dinding Ruang Palka dengan Suhu Luar Ruang	28
Tabel 4 6 Total Heat Transfer Coefficient.....	29
Tabel 4 7 Heat Transfer Coefficient Pada Dinding Ruang Palka	30
Tabel 4 8 Perhitungan Beban Transmisi.....	30
Tabel 4 9 Perbedaan Temperatur Luasan Dinding Yang Terpapar Cahaya Matahari.....	32
Tabel 4 10 Perhitungan Solar Heat Gain	32
Tabel 4 11 Heat Emission Dari Aktivitas Manusia	33
Tabel 4 12 Perhitungan Heat Gain from Person.....	34
Tabel 4 14 Perhitungan Beban Pendinginan Dari Cahaya Lampu ...	35
Tabel 4 13 Jumlah Beban Dari Cahaya Lampu	35
Tabel 4 15 Perhitungan Beban Pendinginan dari Muatan	36
Tabel 4 16 Total beban pendinginan tanpa ice flake	37
Tabel 4 17 Kapasitas pendinginan ice flake 1:3	39
Tabel 4 18 Beban Pendinginan muatan dengan ice flake 1:3	39

Tabel 4 19 Kapasitas pendinginan ice flake 1:2.....	40
Tabel 4 20 Beban Pendinginan muatan dengan ice flake 1:2.....	41
Tabel 4 21 Kapasitas pendinginan ice flake 1:1	41
Tabel 4 22 Beban Pendinginan muatan dengan ice flake 1:1	42
Tabel 4 23 Beban Pendinginan ruang palka dengan ice flake 1:3....	42
Tabel 4 24 Beban Pendinginan ruang palka dengan ice flake 1:2..	43
Tabel 4 25 Beban Pendinginan ruang palka dengan ice flake 1:1..	43
Tabel 4 26 Spesifikasi mesin pendingin tanpa ditambah ice flake...	45
Tabel 4 27 Spesifikasi mesin pendingin dengan penambahan ice flake 1:3.....	46
Tabel 4 28 Spesifikasi mesin pendingin dengan penambahan ice flake 1:2.....	47
Tabel 4 29 Spesifikasi mesin pendingin dengan penambahan ice flake 1:1	47
Tabel 4 30 Beban Pendinginan Ruang Palka	50
Tabel 4 31 Konsumsi Daya Mesin Pendingin	51
Tabel 4 32 Kebutuhan Daya Mesin Ice Flake	52
Tabel 4 33 Total Jumlah Kebutuhan Energi Listrik Mesin Ice Flake dan Mesin Pendingin	52
Tabel 4 34 Estimasi Biaya Pemakaian Daya Listrik	54
Tabel 4 35 Perbandingan Pendapatan dan Biaya Operasional	55

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Potensi sumber daya alam Indonesia sangat melimpah. Dengan luas area yang 2/3 nya adalah wilayah laut, maka khusus untuk perikanan diharapkan menjadi sector unggulan perekonomian nasional. Potensi lestari sumber daya ikan laut Indonesia sebesar 6.5 juta ton per tahun tersebar di perairan wilayah Indonesia dan perairan Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI) yang terbagi dalam Sembilan wilayah utama perairan Indonesia.

Indonesia memiliki potensi ikan tangkap mencapai 130 juta ton atau setara dengan Rp 2.500 triliun hingga Rp 3.000 triliun per tahun. Namun permasalahannya adalah jika dibandingkan dengan negara-negara maritim yang lebih maju, Teknologi nelayan Indonesia dirasa masih kurang.

Proses pengawetan ikan setelah ditangkap sangat menentukan baik atau tidaknya produk hasil tangkapan ikan nantinya. Salah satu proses pengawetan ikan yang

bisa dilakukan salah satunya adalah dengan melakukan proses pendinginan guna meperlambat pertumbuhan bakteri , yang bisa mengakibatkan ikan cepat membusuk.

Oleh karena itu proses pendinginan ruang palka pada kapal penangkap ikan merupakan salah satu hal yang cukup penting, guna mempertahankan kesegaran ikan hasil tangkapan.

Namun proses pendinginan ruang palka ikan dengan menggunakan sistem refrigerasi tentunya membutuhkan daya yang cukup besar. Penggunaan daya yang besar itu sebisa mungkin dikurangi, salah satunya adalah dengan menambahkan es cacah(ice flake) pada ruang muat kapal ikan. Sehingga beban untuk pendinginan kapal ikan bisa dikurangi.

Oleh karena itu dalam penelitian kali ini , dilakukan analisa efisiensi penambahan es cacah(ice flake) pada sistem pendinginan ruang palka di kapal penangkap ikan. Sehingga nantinya dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi tentang seberapa efisien penambahan ice flake pada ruang palka kapal penangkap ikan nantinya.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan dalam studi kasus ini, adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan ice flake terhadap beban pendinginan ruang palka?
2. Berapa besar pemakaian daya listrik pada mesin pendingin ketika dikombinasikan dengan ice flake?

1.3 Tujuan Skripsi

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah untuk :

1. Mengetahui pengaruh penambahan ice flake terhadap beban pendinginan ruang palka.
2. Mengetahui pemakaian daya listrik pada mesin pendingin ketika dikombinasikan dengan ice flake.

1.4 Manfaat Skripsi

Dari Tugas Akhir ini diharapkan bisa memberi pemahaman yang baik tentang proses pendinginan kapal ikan dan pengaruh penambahan ice flake terhadap beban pendinginan pada ruang palkah kapal ikan.

1.5 Batasan Masalah

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, ada beberapa batasan masalah agar pembahasan yang dilakukan dapat terfokus pada tujuannya sekaligus untuk membatasi permasalahan agar tidak terlalu meluas, pembatasan masalah ini antara lain:

1. Tidak melakukan detail desain konstruksi kapal.
2. Menghitung besarnya beban pendinginan hanya pada ruang palka kapal penangkap ikan
3. Perhitungan beban pendinginan di ruang palka menggunakan standart ISO-7547

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Refrigerasi

Refrigerasi adalah produksi atau pengusahaan dan pemeliharaan tingkat suhu dari suatu bahan atau ruangan pada tingkat yang lebih rendah dari pada suhu lingkungan atau atmosfer sekitarnya dengan cara penarikan atau penyerapan panas dari bahan atau ruangan tersebut. Refrigerasi dapat dikatakan juga sebagai sebagai proses pemindahan panas dari suatu bahan atau ruangan ke bahan atau ruangan lainnya (Ilyas, 1993), sedangkan menurut Hartanto (1985) pendinginan atau refrigerasi adalah suatu proses penyerapan panas pada suatu benda dimana proses ini terjadi karena proses penguapan bahan pendingin (refrigeran), dan menurut Arismunandar dan Saito (2005) refrigerasi adalah usaha untuk mempertahankan suhu rendah yaitu suatu proses mendinginkan udara sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan kondisi yang dipersyaratkan terhadap kondisi udara dari suatu ruangan tertentu, faktor suhu dan temperatur sangat berperan dalam memelihara dan mempertahankan nilai kesegaran ikan.

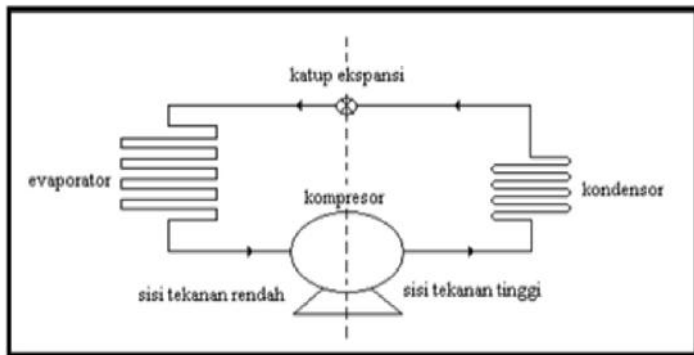
Refrigrasi memanfaatkan sifat-sifat panas (*thermal*) dari bahan refrigerant selagi bahan itu berubah keadaan dari bentuk cairan menjadi bentuk gas atau uap dan sebaliknya dari gas kembali menjadi cairan (Ilyas, 1993).

Dalam suatu sistem refrigrasi mekanik, berlangsung beberapa proses fisik yang sederhana. Jika ditinjau dari segi termodinamika, seluruh proses perubahan itu terlibat tenaga panas, yang dikelompokkan atas panas laten penguapan, panas sensibel, panas laten pengembunan dan lain sebagainya. Menurut Sofyan Ilyas (1993), suatu siklus refrigrasi secara berurutan berawal dari pemampatan, melalui pengembunan (kondensasi), pengaturan pemuatan dan berakhir pada penguapan (evaporasi).

Satu siklus refrigrasi kompresi uap adalah sebagai berikut:

1. Pemampatan (kompresi). Uap refrigeran lewat panas bersuhu dan tekanan rendah yang berasal dari proses pengupuan dimampatkan oleh kompresor menjadi uap bersuhu dan bertekanan tinggi agar kemudian mudah diembunkan, uap kembali menjadi cairan didalam kondensor.

2. Pengembunan (kondensasi). Proses pengembunan adalah proses pengenyahan atau pemindahan panas dari uap refrigeran bersuhu dan bertekanan tinggi hasil pemampatan kompresor ke medium pengembun di luar kondensor.
3. Pemuain. Pemuain adalah proses pengaturan kesempatan bagi refrigeran cair untuk memuai agar selanjutnya dapat menguap di evaporator.
4. Penguapan (evaporasi), pada proses ini, refrigeran cair berada dalam pipa logam evaporator mendidih dan menguap pada suhu tetap, walaupun telah menyerap sejumlah besar panas dari lingkungan sekitarnya yang berupa zat alir dan pangan dalam ruangan tertutup berinsulasi. Panas yang diserap dinamakan “panas laten penguapan.



Gambar 2 1 Sistem Refrigerasi

2.2 Ice Flake

Ice flake atau es curai merupakan es yang berbentuk butiran-butiran yang sangat halus dengan diameter 2 mm dan tekstur lembek, umumnya sedikit berair. Mesin yang digunakan berukuran kecil dan produksinya sedikit, hanya untuk ikan di sekitar pabrik. Es ini lebih cepat meleleh sehingga proses pendinginan lebih cepat terjadi. Tetapi, di lain pihak akan banyak jumlah es yang hilang sehingga lebih banyak jumlah es yang diperlukan. Hal sama juga terjadi dengan es yang berukuran kecil. Ukuran es yang semakin kecil menyebabkan ikan akan lebih cepat dalam proses pendinginannya. Untuk mengatasi kelemahan es halus perlu disimpan dan diangkut di dalam kotak yang berinsulasi atau jika memungkinkan dengan mesin pendingin. Keuntungan lainnya berupa es curai lebih mudah penggunaannya, tidak perlu dihancurkan dulu sebelum digunakan sedangkan kelemahan es curai memerlukan ruang penyimpanan yang lebih besar, karena permukaan es lebih luas dan banyak rongga udara, meleleh lebih cepat karena dalam proses pembuatannya kurang dari titik beku (Adawyah 2007).

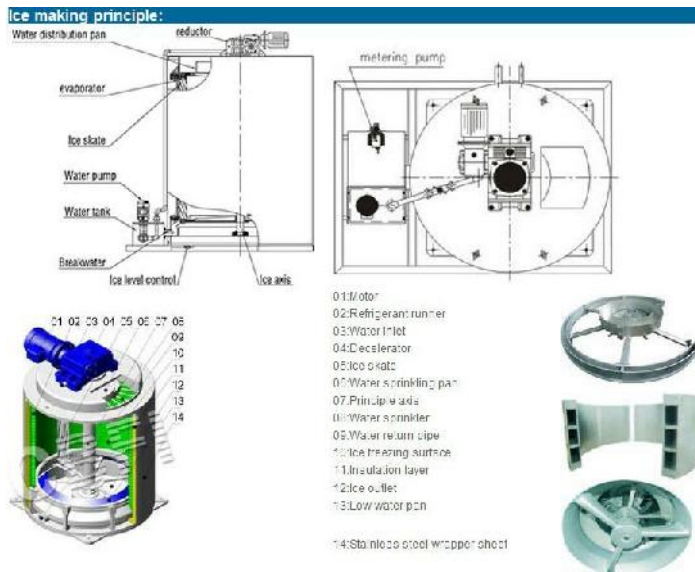
Es curai (small ice atau fragmentary ice) adalah istilah yang diberikan pada banyak es yang dibuat dalam bentuk kepingan kecil, yang dalam perdagangan dikenal dengan nama es keeping (flake ice), es potongan atau es lempeng (slice ice), es tabung

(tube ice), es kubus (cube ice), es pelat (plate ice), es pita (ribbon ice) dan lain-lain (Ilyas 1998 diacu dalam Wulandari 2007). Es dalam bentuk curah lebih efektif (cepat) dalam mendinginkan daripada bentuk es balok (block ice) karena lebih luas permukaannya, sehingga juga lebih cepat cair. Dengan kata lain semakin kecil ukuran butiran es semakin cepat kemampuan mendinginkannya dan semakin mudah mencair (Martono 2007).

Es mempunyai daya pendinginan yang cukup besar. Tiap satu kilogram es yang meleleh pada 0°C dapat menyerap panas sebanyak 80 kkal untuk meleleh menjadi air 0°C dan es mempunyai titik cair pada 0°C . Proses pendinginan terjadi apabila es bersinggungan dengan ikan (20°C) memindahkan panas kepada es, dan es (0°C) menerima atau menyerap panas tersebut untuk digunakan dalam pencairannya.



Gambar 2 2 Ice Flake



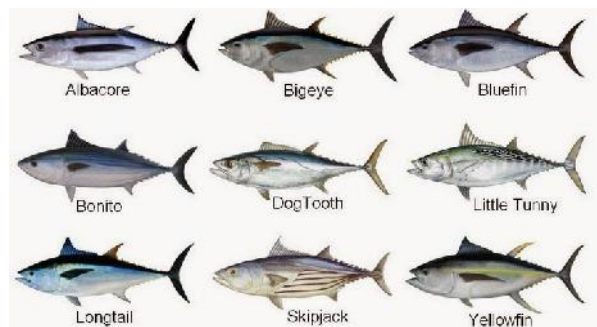
Gambar 2.3 Mesin Ice Flake

2.3 Ikan Tuna

Tuna merupakan ikan komersial komoditas perikanan tangkap yang penting. *LSM International Seafood Sustainability Foundation* telah menyusun laporan terinci mengenai stok ikan tuna dunia pada 2009, yang direvisi secara teratur. Menurut laporan itu,

Jenis-jenis tuna yang terpenting untuk perikanan tangkap dan olahraga memancing adalah madidihang, tuna mata besar, tuna-tuna sirip biru dan tatihi, albakor, dan cakalang.

Antara 1940 dan pertengahan 1960an, tangkapan perikanan dunia terhadap lima spesies tuna terpenting telah meningkat dari angka sekitar 300 ribu menjadi sekitar sejuta ton pertahun, kebanyakan di antaranya dengan alat pancing. Dengan perkembangan teknologi alat tangkap pukat cincin (*purse-seine*), dalam beberapa tahun terakhir tangkapan tuna melonjak hingga lebih dari 4 juta ton pertahun. Sekitar 68 persen dari angka tersebut berasal dari Samudra Pasifik, 22 persen dari Samudra Hindia, dan 10 persen sisanya terbagi antara Samudra Atlantik dan Laut Tengah. Tangkapan cakalang mendominasi hingga 60% tangkapan, diikuti oleh madidihang (24%), mata besar (10%) dan albakora (5%). Sekitar 62% produksi dunia ditangkap dengan menggunakan pukat cincin, sebesar 14% dengan menggunakan pancing rawai tuna (*longline*), 11% dengan pancing huhate (*pole and line*), selebihnya dengan alat lain-lain.



Gambar 2 4 Jenis Ikan Tuna

2.4 Perhitungan Beban Pendinginan

Dari hukum thermodinamika dua yang menyatakan besar energi atau kalor yang berpindah dari suatu ruang ke ruangan yang lain adalah sebesar pengurangan pada ruang tersebut. Dalam perhitungan yang persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Q \text{ Pendinginan} = Q \text{ Produk} + Q \text{ Transmisi} + Q \text{ Panas Matahari} + Q \text{ Tambahan}$$

Dimana :

$Q \text{ Pendinginan}$ = Energi yang dibutuhkan untuk mendinginkan ruang palka ikan (W)

$Q \text{ Produk}$ = Kerugian kalor yang berasal dari muatan (W)

$Q \text{ Transmisi}$ = Kerugian kalor dikarenakan perbedaan suhu di dalam dan luar ruangan pendingin (W)

Q Panas Matahari = Kerugian kalor dikarenakan paparan panas matahari ke dinding ruang pendingin(W)

Q Tambahan = Kerugian kalor tambahan yang berasal dari aktivitas manusia, peralatan, dsb (W)

2.4.1 Beban Produk

Beban produk, yaitu beban kalor yang dilepaskan oleh produk, dalam hal ini adalah beban kalor yang dihasilkan dari ikan hasil tangkapan selama proses pembekuan dan penyimpanannya. besarnya kalor yang dilepas, digunakan persamaan:

$$Q = m \cdot c \cdot T \quad [2.1]$$

Dimana :

Q : Kalor (Kcal)

m : Massa (kg)

c : Kalor Jenis(kkal/kg °C)

T : Perbedaan temperatur (°C)

2.4.2 Beban Transmisi

Persamaan untuk menghitung sumber panas akibat konduksi dan konveksi yang melalui seluruh permukaan adalah :

$$q = U \cdot A \cdot (t_o - t_i) \quad [2.2]$$

dimana

q = jumlah panas (W)

U = koefisien perpindahan panas total (W/m² °C)

A = luas permukaan (m²)

$(t_o - t_i)$ = perbedaan suhu dalam dan luar ruang pendingin (°C)

$$U = 1/(R_{total}) \cdot A \quad [2.3]$$

perpindahan panas pada dinding isolasi ruang palka yang terdiri dari beberapa bahan, koefisien perpindahan panas dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{1}{u} = \frac{1}{f_0} + \frac{X_1}{K_1} \dots \frac{X_n}{K_n} + \frac{1}{f_i} \quad [2.4]$$

Dimana :

f_o = Koefisien konveksi udara luar ruangan

f_i = Koefisien konveksi udara dalam ruangan

x = Tebal bahan (m)

k = Konduktifitas panas bahan (Kkal/h m 0 C)

2.4.3 Beban Panas Matahari

Merupakan beban pendinginan yang diakibatkan paparan panas sinar matahari yang mengenai dinding ruang pendinginan.

Beban panas matahari dapat dihitung dengan persamaan :

$$\Phi_s = \sum A_v K \Delta T_r \quad [2.5]$$

Dimana :

s = Total beban panas matahari (w)

A_v = Luasan dinding rang pendingin yang terpapar sinar matahari (m 2)

K = Koefisien perpindahan panas

T = Perbedaan Suhu (0 C)

2.4.4 Beban Panas Tambahan

Beban Panas Tambahan yang berasal dari panas yang dihasilkan aktifitas manusia maupun peralatan yang ada di dalam ruangan yang mampu mengakibatkan kerugian kalor.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang akan digunakan dalam skripsi ini adalah dengan perhitungan beban pendinginan ruang palkah kapal ikan. Setelah itu di bandingkan dengan beban pendinginan ketika ada penambahan ice flake. Terakhir adalah perhitungan efisiensi. Berikut merupakan detail step dari metodologi:

3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Tahapan awal dalam pengerjaan skripsi ini adalah dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada. Kemudian timbul perumusan masalah yang nantinya akan diselesaikan selama pengerjaan skripsi ini. Selain itu, juga terdapat batasan masalah. Hal ini dimaksudkan agar topic bahasan lebih mendetail dan tidak terlalu meluas serta memudahkan penulis dalam melakukan analisa masalah

3.2 Studi Literatur

Studi literature dilakukan dengan cara mengumpulkan berbagai referensi guna menunjang penulisan skripsi ini. Referensi yang diperlukan mengenai analisa efisiensi penambahan ice flake pada ruang palka ikan ini dapat dicari melalui berbagai media, antara lain:

- a) Buku
- b) Jurnal
- c) Artikel
- d) Paper
- e) Tugas akhir
- f) Internet

Untuk pencarian berbagai referensi dan literature dilakukan di beberapa tempat, antara lain:

- a) Perpustakaan Pusat ITS
- b) Ruang Baca Fakultas Teknologi Kelautan - ITS
- c) Laboratorium Komputer (MMD) Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, FTK

3.3 Metodologi Penelitian

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah pengerjaan dalam penyelesaian tugas akhir, beserta metode-metode yang digunakan.

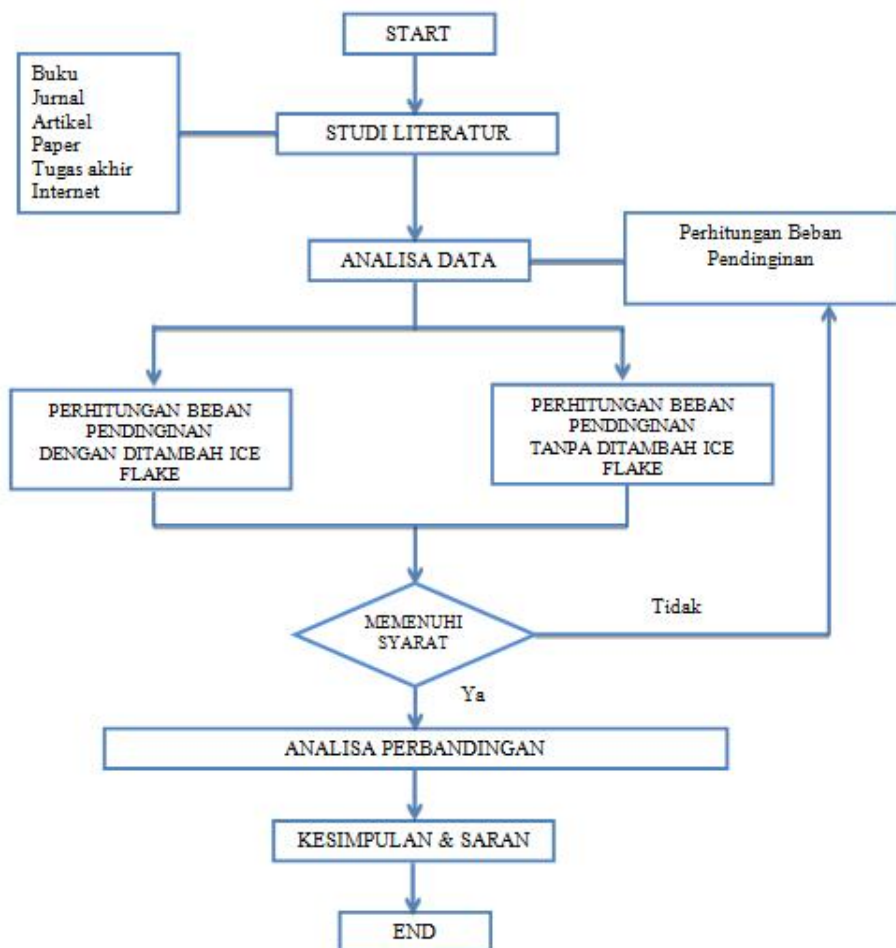
3.4 Analisa Data

Pada bagian analisa hasil dan pembahasan ini akan dilakukan analisa perhitungan beban pendinginan total tanpa penambahan ice flake. Kemudian dilakukan juga dilakukan perhitungan dengan ditambahkan ice flake .Setelah itu dilakukan perbandingan seluruh hasilnya, yakni yang tanpa ice flake dan dengan ice flake. Sehingga dapat diketahui apakah ada perubahan terhadap beban pendinginan dan pemakaian daya mesin pendingin setelah ditambahkan ice flake.

3.5 Penarikan Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahapan akhir dimana dilakukan penarikan kesimpulan mengenai keseluruhan proses yang telah dilakukan. Selain itu, juga memberikan saran terkait dengan penelitian selanjutnya.

3.6 Flow Chart Pengerjaan Skripsi



BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dilakukan perhitungan perhitungan terhadap beban pendinginan yang ada dalam ruang palka kapal penangkap ikan, sehingga dapat diketahui berapa kapasitas pendinginan yang dibutuhkan untuk mendinginkan ruang palka ikan. Kemudian juga akan dilakukan perhitungan beban pendinginan apabila ditambahkan *ice flake* ke dalam ruang palka ikan. Dan terakhir akan dilakukan analisa perbandingan antara beban pendinginan ruang palka ikan tanpa ditambah ice flake dan dengan dilakukan penambahan ice flake.

4.1 Data Kapal dan *General Arrangement*

Dalam analisa efisiensi beban pendinginan ini , kapal yang digunakan adalah kapal penangkap ikan 80 GT dengan desain temperatur ruang palka ikan -20°C atau 253°K .Data kapalnya sebagai berikut:

Tabel 4 1 Data Kapal

DATA KAPAL	
NAMA	GILNET-LONGLINER
BAHAN	BAJA
LOA	20,57 m
LWL	19,18 m
LPP	17,94 m
B	6,20 m
H	3,30 m
T	2,75 m
Vs	9,5 knots
GT	80 tons
CREW	17 orang
ENDURANCE	30 hari
FISH HOLD	70 m ³

4.2 Dimensi Ruang Palka

Pada data kapal , terdapat 6 ruang palka yang digunakan untuk menyimpan ikan hasil tangkapan. Adapun dimensi ruang palka tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 4 2 Dimensi Ruang Palka Kapal Penangkap Ikan

Cargo fish 1PS,1SB	
B1:	1,98 m
B2:	1,18 m
H:	2,00 m
L:	2,80 m
Cargo fish 2PS,2SB	
B1:	2,28 m
B2:	2,02 m
H:	2,00 m
L:	2,80 m
Cargo fish 3PS,3SB	
B:	2,28 m
H:	2,00 m
L:	2,80 m

4.3 Mesin Ice Flake

Mesin *ice flake* yang nantinya digunakan untuk memproduksi es curah pada kapal, untuk nantinya bisa dikombinasikan adalah mesin *ice flake* dengan kapasitas produksi 1 ton per hari. Adapun untuk spesifikasi teknis mesin *ice flake* tersebut adalah sebagai berikut :

Specification of Flake Ice Machine LIF-10K

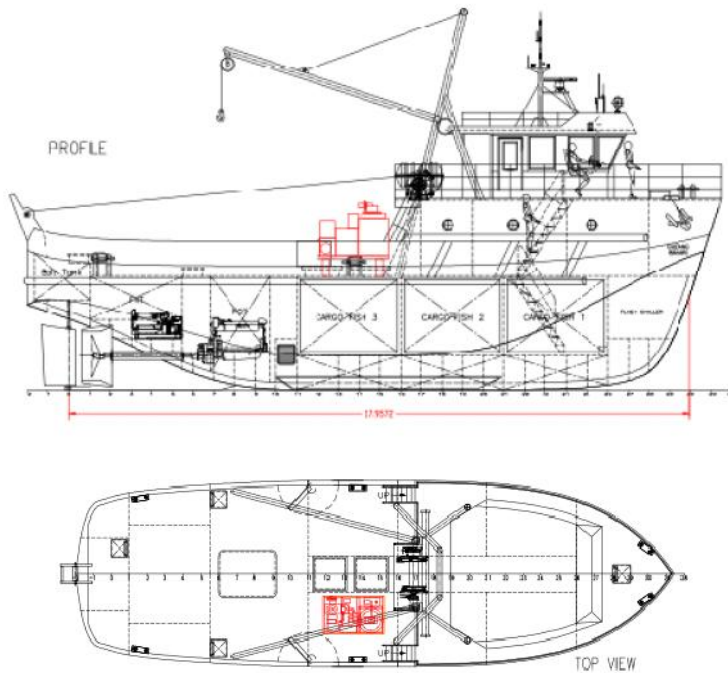


Item	Specification	Unit
Power supply	380V/3P/50Hz	Voltage/Phase/Frequency
Refrigerant	R22/R404A	
Daily capacity	1000kg/day	
Cooling mode	Air-cooled	
Operating power	Compressor	3.58 kw
	Condenser fan	0.45 kw
	Reducer	0.22 kw
	Cooling water pump	0.025 kw
	Average total	4.18 kw
	Total install power	4.4 kw

Gambar 4 2 Spesifikasi mesin ice flake

4.4 Posisi Mesin *Ice Flake* di kapal

Peletakan mesin *ice flake* di kapal ini nantinya akan di letakkan di atas geladak terbuka . Tepatnya di area yang dekat dengan pintu palka . Sehingga proses pengisian *ice flake* ke area penyimpanan ikan bisa lebih dekat dan lebih cepat.



Gambar 4 3 Peletakan mesin ice flake

4.5 Perhitungan Beban Pendinginan Tanpa *ice flake*

Untuk perhitungan beban pendinginan yang akan dilakukan mengacu pada ISO-7547, yang mana pada peraturan tersebut mengatur tentang perhitungan kapasitas pendinginan yang dibutuhkan, khususnya di kapal. Adapun langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

4.5.1 Perhitungan Beban Transmisi

Sebelum melakukan perhitungan untuk mendapatkan beban transmisi yang terjadi, yaitu beban yang terjadi akibat perpindahan panas yang terjadi pada dinding isolasi ruang palka, Perlu diketahui berapa luas permukaan ruang palka. Antara lain luasan dinding, atap, dan lantai pada ruang palka.

Adapun luasannya adalah sebagai berikut :

Tabel 4 3 Area Luasan Dinding Ruang Palka

Cargo hold number	Areas (m ²)					
	roof	floor	front	back	right	left
1 PS	4,424	4,424	2,36	3,96	5,6	5,88
1 SB	4,424	4,424	2,36	3,96	5,88	5,6
2 PS	6,02	6,02	4,04	4,56	5,6	5,6
2 SB	6,02	6,02	4,04	4,56	5,6	5,6
3 PS	6,412	6,412	4,58	4,58	5,6	5,6
3 SB	6,412	6,412	4,58	4,58	5,6	5,6

Selanjutnya dihitung pula berapa perbedaan suhu yang terjadi antara ruangan pendingin dengan udara di luar ruangan. Pada ISO-7547 Suhu udara luar ruangan pada saat musim panas adalah + 35 °C dan 70 % humidity, sedangkan untuk suhu di dalam ruangan yang berada diluar ruang pendingin adalah + 27 °C dan 50% humidity sehingga :

Tabel 4 4 Suhu Dinding Ruang Palka

Cargo hold number	Temperature (°K)											
	roof		floor		front		back		right		left	
	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2
1 PS	253	308	253	300	253	300	253	300	253	300	253	300
1 SE	253	308	253	300	253	300	253	300	253	300	253	300
2 PS	253	308	253	300	253	300	253	300	253	300	253	300
2 SE	253	308	253	300	253	300	253	300	253	300	253	300
3 PS	253	308	253	300	253	300	253	300	253	300	253	300
3 SE	253	308	253	300	253	300	253	300	253	300	253	300

Sehingga didapat perbedaan temperatur untuk tiap luasan :

Tabel 4 5 Perbedaan Suhu Dinding Ruang Palka dengan Suhu Luar Ruangan

Cargo hold	Δ Temperature (°K)					
	roof	floor	front	back	right	left
1 PS	55	47	47	47	47	55
1 SB	55	47	47	47	55	47
2 PS	55	47	47	47	47	55
2 SB	55	47	47	47	55	47
3 PS	55	47	47	47	47	55
3 SB	55	47	47	47	55	47

Setelah diketahui perbedaan suhu yang terjadi pada setiap permukaan dinding ruang pendingin, selanjutnya dilakukan penentuan besarnya koefisien perpindahan panas total yang ada pada dinding-dinding ruang pendingin.

Pada ISO-7547 besarnya koefisien perpindahan panas total bisa didapat dari tabel berikut :

Tabel 4 6 Total Heat Transfer Coefficient

Surfaces	Total heat transfer coefficient, kW/(m ² ·K)
Weather deck not exposed to sun's radiation and ship side and external bulkheads	0,9
Deck and bulkhead against engine-room, cargo space or other non-air-conditioned spaces	0,8
Deck and bulkhead against boiler-room or boiler in engine-room	0,7
Deck against open air or weather deck exposed to sun's radiation and deck against hot tanks	0,6
Side scuttles and rectangular windows, single glazing	6,5
Side scuttles and rectangular windows, double glazing	3,5
Bulkhead against alleyway, non-sound reducing	2,5
Bulkhead against alleyway, sound reducing	0,9

Untuk area luasan ruang palka yang ada di dalam kapal yang terbuka, ditutup dengan menggunakan *PVC strip curtain* sehingga koefisien yang dipakai adalah 0,19.

Tabel 4 7 Heat Transfer Coefficient Pada Dinding Ruang Palka

Cargo hold number	Heat transfer coefficient, U (W/(m ² K))					
	roof	floor	front	back	right	left
1 PS	0,6	0,8	0,8	0,8	0,19	0,6
1 SB	0,6	0,8	0,8	0,8	0,6	0,19
2 PS	0,6	0,8	0,8	0,8	0,19	0,6
2 SB	0,6	0,8	0,8	0,8	0,6	0,19
3 PS	0,6	0,8	0,8	0,8	0,19	0,6
3 SB	0,6	0,8	0,8	0,8	0,6	0,19

Sehingga beban transmisi yang didapat adalah :

Tabel 4 8 Perhitungan Beban Transmisi

Cargo hold number	Heat Transmission, Ø (W)						Total (W)
	roof	floor	front	back	right	left	
1 PS	145,992	166,3424	88,736	148,896	50,008	194,04	794,0144
1 SB	145,992	166,3424	88,736	148,896	194,04	50,008	794,0144
2 PS	198,66	226,352	151,904	171,456	50,008	184,8	983,18
2 SB	198,66	226,352	151,904	171,456	184,8	50,008	983,18
3 PS	211,596	241,0912	172,208	172,208	50,008	184,8	1031,911
3 SB	211,596	241,0912	172,208	172,208	184,8	50,008	1031,911
Total (kW)							5,62

Heat transmission for cargo hold :

5,62 kW

Dari perhitungan didapatkan beban transmisi sebesar 5,62 KW.

4.5.2 Perhitungan *Solar Heat Gain*

Solar heat gain merupakan perhitungan beban pendinginan yang diakibatkan oleh luasan dinding luar ruangan yang terpapar langsung oleh sinar matahari.

Adapun untuk mengetahui berapa besar solar heat gain yang terjadi , digunakan persamaan berikut :

$$\phi_s = \sum A_v K \Delta T_r$$

Dimana :

- ϕ_s = Total beban panas matahari (w)
- A_v = Luasan dinding rang pendingin yang terpapar sinar matahari (m²)
- K = Koefisien perpindahan panas
- T = Perbedaan Suhu (°C)

Pada ISO-7547 perbedaan suhu dalam ruangan sudah ditentukan , yang besarnya yaitu :

$\Delta T_r = 12$ K for vertical light surfaces,

$\Delta T_r = 29$ K for vertical dark surfaces,

$\Delta T_r = 16$ K for horizontal light surfaces,

$\Delta T_r = 32$ K for horizontal dark surfaces;

Sehingga didapatkan besarnya soalar heat gain yang terjadi pada setiap dinding ruangan ditunjukkan oleh tabel berikut :

Tabel 4 9 Perbedaan Temperatur Luasan Dinding Yang Terpapar Cahaya Matahari

Cargo hold number	Temperature, ΔT , ($^{\circ}\text{K}$)					
	roof	floor	front	back	right	left
1 PS	32	0	0	0	29	29
1 SB	32	0	0	0	29	29
2 PS	32	0	0	0	29	29
2 SB	32	0	0	0	29	29
3 PS	32	0	0	0	29	29
3 SB	32	0	0	0	29	29

Tabel 4 10 Perhitungan Solar Heat Gain

Cargo hold	Solar Heat Gain, ϕ_s (W)						Total (W)
	roof	floor	front	back	right	left	
1 PS	84,9408	0	0	0	0	102,312	187,2528
1 SB	84,9408	0	0	0	102,312	0	187,2528
2 PS	115,584	0	0	0	0	97,788	213,372
2 SB	115,584	0	0	0	97,44	0	213,024
3 PS	123,11	0	0	0	0	97,44	220,5504
3 SB	123,11	0	0	0	97,44	0	220,5504
Total (kW)							1,24

Solar heat gain for cargo hold : **1,24 kW**

Total solar heat gain yang terjadi pada dinding ruang pendingin adalah sebesar 1,24 KW.

4.5.3 Perhitungan *Heat Gain from Person*

Merupakan beban pendinginan yang berasal dari panas yang dihasilkan dari jumlah orang yang sedang bekerja , atau melakukan aktifitas dalam sebuah ruangan.

Pada ISO-7547 besarnya beban kalor yang dihasilkan dari aktifitas manusia bergantung pada jenis pekerjaan yang dilakukan, dan jumlah orang yang beraktifitas dalam sebuah ruangan tersebut.

Tabel 4 11 Heat Emission Dari Aktivitas Manusia

Activity	Type of heat	Emission W	
Seat at rest	Sensible heat	70	} 120
	Latent heat	50	
Medium/heavy work	Sensible heat	85	} 235
	Latent heat	150	

Licensed to /JAMES HOJAS
ISO Store order #862103/Downloaded:2007-11-12
Circle user license only; reselling and redistribution prohibited

Dari data pada tabel di atas didapatkan , beban pendinginan yang dihasilkan sebagai berikut :

Tabel 4 12 Perhitungan Heat Gain from Person

- Heat gain from persons

Cargo hold number	Activity	Emission (W)	Number of person	Total Emission (W)
1 PS	Medium/heavy work	235	4	940
1 SB	Medium/heavy work	235	4	940
2 PS	Medium/heavy work	235	4	940
2 SB	Medium/heavy work	235	4	940
3 PS	Medium/heavy work	235	4	940
3 SB	Medium/heavy work	235	4	940
Total (kW)				4,7

Heat gain from persons for cargo hold :

4,7 kW

Total beban pendinginan yang dihasilkan dari aktifitas orang yang bekerja di dalam ruang palka adalah sebesar 4,7 kW

4.5.4 Perhitungan Beban Pendinginan Dari Cahaya Lampu

Beban pendinginan yang berasal dari lampu yang ada di dalam ruang pendingin adalah sebagai berikut :

Tabel 4 13 Jumlah Beban Dari Cahaya Lampu

Space	Heat gain from general lighting	
	W/m ²	
	Incandescent	Fluorescent
Cabins, etc.	15	8
Mess- or dining-rooms	20	10
Gymnasiums, etc.	40	20

Sehingga untuk beban pendinginan yang berasal dari lampu dalam ruang pendingin adalah sebagai berikut :

Tabel 4 14 Perhitungan Beban Pendinginan Dari Cahaya Lampu

- Heat gain from electrical equipments

Cargo hold number	Areas (m ²)	Heat gain from general lighting Fluorescent (W/m ²)	Number of lamp	Total Emission (W)
1 PS	4,424	8	2	70,784
1 SB	4,424	8	2	70,784
2 PS	6,02	8	2	96,32
2 SB	6,02	8	2	96,32
3 PS	6,412	8	2	102,592
3 SB	6,412	8	2	102,592
Total (kW)				0,4368

Heat gain from electrical equipment for cargo hold :

0,4368 kW

4.5.5 Perhitungan Beban Pendinginan Dari Muatan

Beban pendinginan yang dihasilkan dari muatan di masing- masing ruang palka , tanpa dilakukan penambahan *ice flake* adalah sebagai berikut :

Tabel 4 15 Perhitungan Beban Pendinginan dari Muatan

- Calculation of fish load in cargo hold 1,2,3,4 and 5

Cargo hold number	Weight of fish, m (kg)	Specific heat, c (kJ/kg.K)	Latent heat, hlf (kJ/kg)	T1 (K) (awal)	T2 (K)	T3 (K) (akhir)	Time, t (s)	Freezing (kW)
1 PS	663,6	3,36	227	301	273	253	21600	4,95
1 SB	663,6	3,36	227	301	273	253	21600	4,95
2 PS	903	3,36	227	301	273	253	21600	6,74
2 SB	903	3,36	227	301	273	253	21600	6,74
3 PS	961,8	3,36	227	301	273	253	21600	7,18
3 SB	961,8	3,36	227	301	273	253	21600	7,18

Heat gain from product load for cargo hold : 37,76 kW

Dari perhitungan diatas didapatkan hasil untuk beban produk atau muatan di ruang palka sebesar 37,76 kW.

4.5.6 Beban Pendinginan Total

Setelah didapatkan beban pendinginan di setiap parameter, dilakukan perhitungan total beban pendinginan yang ada pada ruang palka. Adapun beban total pendinginan adalah

penjumlahan dari total tiap pembebanan di masing-masing ruang palka.

Yaitu :

Beban Transmisi + *Solar Heat Gain* + *Heat Gain from Person* + *Heat Gain* Lampu + Beban Pendinginan Dari Muatan

Tabel 4 16 Total beban pendinginan tanpa ice flake

Total load per cargo hold

Cargo hold	Cooling load (kW)
1 PS	6,95
1 SB	6,95
2 PS	8,98
2 SB	8,97
3 PS	9,42
3 SB	9,42

TOTAL LOAD :

50,68 kW

Dari penjumlahan tiap-tiap beban didapatkan total beban pendinginan sebesar 50,68 kW

4.6 Perhitungan Beban Pendinginan Dengan *ice flake*

Dalam perhitungan kapasitas pendinginan ini dilakukan variasi penambahan *ice flake* dengan perbandingan berat es dibanding berat ikan adalah 1:3, 1:2 , dan 1:1

Es mempunyai daya pendinginan yang sangat besar. Tiap satu kilogram es yang meleleh pada 0°C dapat menyerap panas sebanyak 80 kkal untuk meleleh menjadi air 0°C dan es mempunyai titik cair pada 0°C.

4.6.1 Perhitungan Beban Pendinginan Dari Muatan dengan penambahan *ice flake* 1:3

Pada penambahan *ice flake* dengan perbandingan antara berat *ice flake* dengan berat ikan sebesar 1:3 ditambahkan ice flake sebesar 0,33 kali berat ikan. Yaitu dengan total jumlah *ice flake* sekitar 1,66 Ton didapatkan kapasitas pendinginan yang dihasilkan *ice flake* seperti pada tabel berikut:

Tabel 4 17 Kapasitas pendinginan ice flake 1:3

Perhitungan kapasitas pendinginan ice flake 1:3

Cargo hold number	Weight flake ice, m (kg)	cooling cap(kcal/kg)	Q (Kcal)	Q (KW)
1 PS	218,988	80	17519,04	0,3395755
1 SB	218,988	80	17519,04	0,3395755
2 PS	297,99	80	23839,2	0,4620806
2 SB	297,99	80	23839,2	0,4620806
3 PS	317,394	80	25391,52	0,4921696
3 SB	317,394	80	25391,52	0,4921696
TOTAL	1668,744		133499,52	2,5876513

Sehingga total beban pendinginan yang dihasilkan muatan adalah sebagai berikut :

Tabel 4 18 Beban Pendinginan muatan dengan ice flake 1:3

Beban pendinginan muatan dengan ditambah ice flake

Cargo hold number	Q fish (kW)	Q Ice Flake(KW)	Q Fish - Ice Flake(KW)
1 PS	4,95	0,3395755	4,62
1 SB	4,95	0,3395755	4,62
2 PS	6,74	0,4620806	6,28
2 SB	6,74	0,4620806	6,28
3 PS	7,18	0,4921696	6,69
3 SB	7,18	0,4921696	6,69
TOTAL			35,17

4.6.2 Perhitungan Beban Pendinginan Dari Muatan dengan penambahan *ice flake* 1:2

Pada penambahan *ice flake* dengan perbandingan antara berat *ice flake* dengan berat ikan sebesar 1:2 ditambahkan *ice flake* sebesar 0,5 kali berat ikan. Yaitu dengan total jumlah *ice flake* sekitar 2,52 Ton didapatkan kapasitas pendinginan yang dihasilkan *ice flake* seperti pada tabel berikut

Tabel 4 19 Kapasitas pendinginan *ice flake* 1:2

Perhitungan kapasitas pendinginan *ice flake* 1:2

Cargo hold number	Weight flake ice, m (kg)	cooling cap(kcal/kg)	Q (Kcal)	Q (KW)
1 PS	331,8	80	26544	0,514508
1 SB	331,8	80	26544	0,514508
2 PS	451,5	80	36120	0,700122
2 SB	451,5	80	36120	0,700122
3 PS	480,9	80	38472	0,745711
3 SB	480,9	80	38472	0,745711
TOTAL	2528,4		202272	3,920684

Sehingga total beban pendinginan yang dihasilkan muatan adalah sebagai berikut :

Tabel 4 20 Beban Pendinginan muatan dengan ice flake 1:2

Beban pendinginan muatan dengan ditambah ice flake

Cargo hold number	Q fish (kW)	Q Ice Flake(KW)	Q Fish - Ice Flake(KW)
1 PS	4,95	0,514508	4,44
1 SB	4,95	0,514508	4,44
2 PS	6,74	0,700122	6,04
2 SB	6,74	0,700122	6,04
3 PS	7,18	0,745711	6,44
3 SB	7,18	0,745711	6,44
TOTAL			33,84

4.6.3 Perhitungan Beban Pendinginan Dari Muatan dengan penambahan *ice flake* 1:1

Pada penambahan *ice flake* dengan perbandingan antara berat *ice flake* dengan berat ikan sebesar 1:1 ditambahkan ice flake sebesar berat ikan. Yaitu dengan total jumlah *ice flake* sekitar 5,05 Ton didapatkan kapasitas pendinginan yang dihasilkan *ice flake* seperti pada tabel berikut:

Tabel 4 21 Kapasitas pendinginan ice flake 1:1

Perhitungan kapasitas pendinginan ice flake 1:1

Cargo hold number	Weight flake ice, m (kg)	cooling cap(kcal/kg)	Q (Kcal)	Q (KW)
1 PS	663,6	80	53088	1,0290167
1 SB	663,6	80	53088	1,0290167
2 PS	903	80	72240	1,4002442
2 SB	903	80	72240	1,4002442
3 PS	961,8	80	76944	1,4914229
3 SB	961,8	80	76944	1,4914229
TOTAL	5056,8		404544	7,8413677

Sehingga total beban pendinginan yang dihasilkan muatan adalah sebagai berikut :

Tabel 4 22 Beban Pendinginan muatan dengan ice flake 1:1

Beban pendinginan muatan dengan ditambah ice flake

Cargo hold number	Q fish (kW)	Q Ice Flake(KW)	Q Fish - Ice Flake(KW)
1 PS	4,95	1,0290167	3,93
1 SB	4,95	1,0290167	3,93
2 PS	6,74	1,4002442	5,34
2 SB	6,74	1,4002442	5,34
3 PS	7,18	1,4914229	5,69
3 SB	7,18	1,4914229	5,69
TOTAL			29,92

Setelah didapatkan beban pendinginan yang dihasilkan dari muatan di tiap variasi perbandingan penambahan ice flake , maka total beban pendinginan pada ruang palka kapal penangkap ikan adalah sebagai berikut :

Tabel 4 23 Beban Pendinginan ruang palka dengan ice flake 1:3

TOTAL LOAD

Total load per cargo hold with ice flake 1:3

Cargo hold number	Cooling load (kW)
1 PS	6,31
1 SB	6,31
2 PS	8,21
2 SB	8,21
3 PS	8,68
3 SB	8,68
TOTAL	46,41

Tabel 4 24 Beban Pendinginan ruang palka dengan ice flake 1:2

TOTAL LOAD

Total load per cargo hold with ice flake 1: 2

Cargo hold number	Cooling load (kW)
1 PS	6,13
1 SB	6,13
2 PS	8,17
2 SB	8,17
3 PS	8,43
3 SB	8,43
TOTAL	45,48

Tabel 4 25 Beban Pendinginan ruang palka dengan ice flake 1:1

TOTAL LOAD

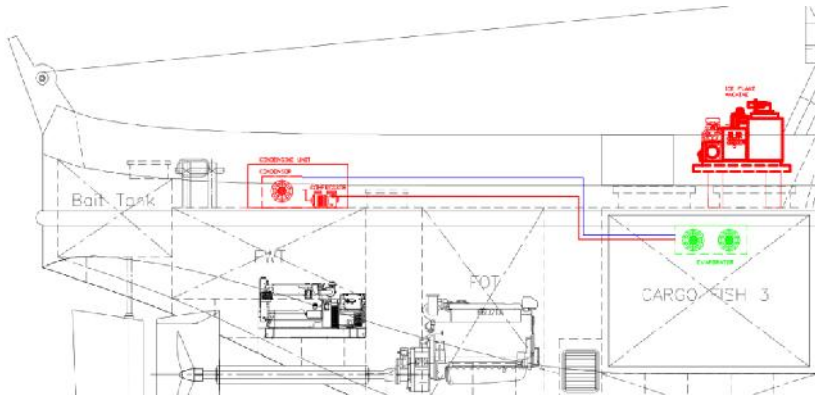
Total load per cargo hold with ice flake 1:1

Cargo hold number	Cooling load (kW)
1 PS	5,62
1 SB	5,62
2 PS	7,07
2 SB	7,07
3 PS	7,69
3 SB	7,69
TOTAL	40,76

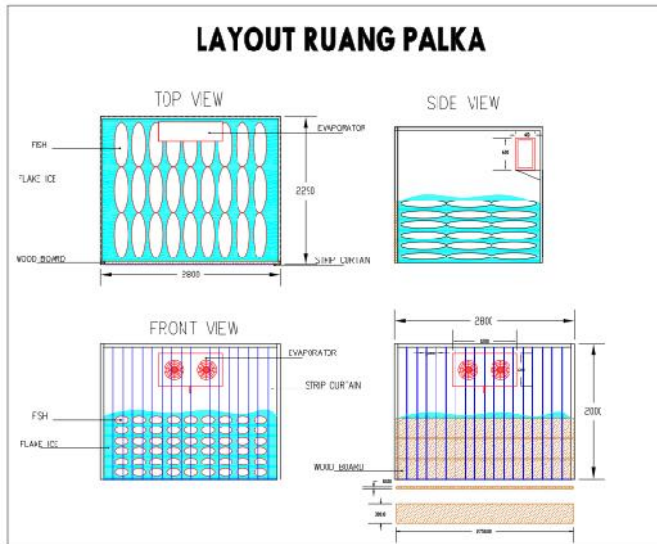
4.7 Pemilihan Mesin Pendingin

Setelah diketahui beban pendinginan pada tiap ruang palka ikan, selanjutnya dilakukan pemilihan mesin pendingin yang akan dipasang di ruang palka ikan.

Mesin pendingin yang dipilih disesuaikan dengan dimensi ruangan yang tersedia, dan kapasitas pendinginan dibutuhkan di tiap ruang palka. Sehingga dipasang mesin pendingin dengan spesifikasi yang berbeda.



Gambar 4 4 Posisi Peletakan Mesin Pendingin



Gambar 4 5 Detail Ruang Palka

Adapun data mesin pendingin yang akan dipasang di setiap ruang palka adalah sebagai berikut :

Tabel 4 26 Spesifikasi mesin pendingin tanpa ditambah ice flake

Spesifikasi mesin pendingin tanpa ditambah ice flake

Cargo hold number	Series	Compressor Type	cooling capacity (kw)	compressor power (kw)	fan power condensor (kw)	fan power evaporator (kw)
1 PS	05 L	4DC5.2	7,26	4,67	0,36	0,5
1 SB	05 L	4DC5.2	7,26	4,67	0,36	0,5
2 PS	08 L	4TCS8.2	8,97	6,09	0,5	0,5
2 SB	08 L	4TCS8.2	8,97	6,09	0,5	0,5
3 PS	08 L	4TCS8.2	10,06	6,42	0,5	0,5
3 SB	08 L	4TCS8.2	10,06	6,42	0,5	0,5
TOTAL			52,58	34,36	2,72	3

Total Power

40,08

kwh

Dari spesifikasi mesin pendingin yang tidak ditambahkan ice flake ke dalam muatannya , didapatkan total daya listrik yang dibutuhkan 40,08 kwh.

Kemudian dilakukan pemilihan mesin pendingin yang muatannya dikombinasikan dengan penambahan *ice flake* dengan variasi perbandingan penambahan berat ice flake dengan ikan sebesar 1:3,1:2, dan 1:1.

Tabel 4 27 Spesifikasi mesin pendingin dengan penambahan ice flake 1:3

Spesifikasi mesin pendingin dengan ditambah ice flake 1:3

Cargo hold number	Series	Compressor Type	cooling capacity (kw)	compressor power (kw)	fan power condensor (kw)	fan power evaporator (kw)
1 PS	06 L	4CC6.2	7,26	5,27	0,36	0,5
1 SB	06 L	4CC6.2	7,26	5,27	0,36	0,5
2 PS	06 L	4CC6.2	8,97	5,67	0,36	0,5
2 SB	06 L	4CC6.2	8,97	5,67	0,36	0,5
3 PS	08 L	4TCS8.2	10,06	6,09	0,5	0,5
3 SB	08 L	4TCS8.2	10,06	6,09	0,5	0,5
TOTAL			52,58	34,06	2,44	3

Total Power

39,5 kwh

Tabel 4 28 Spesifikasi mesin pendingin dengan penambahan ice flake 1:2

Spesifikasi mesin pendingin dengan ditambah ice flake 1:2

Cargo hold number	Series	Compressor Type	cooling capacity (kw)	compressor power (kw)	fan power condensor (kw)	fan power evaporator (kw)
1 PS	05 L	4DC5.2	6,18	4,4	0,36	0,5
1 SB	05 L	4DC5.2	6,18	4,4	0,36	0,5
2 PS	06 L	4CC6.2	8,32	5,67	0,36	0,5
2 SB	06 L	4CC6.2	8,32	5,67	0,36	0,5
3 PS	08 L	4TCS8.2	8,97	6,09	0,5	0,5
3 SB	08 L	4TCS8.2	8,97	6,09	0,5	0,5
TOTAL			46,94	32,32	2,44	3

Total Power

37,76

kwh

Tabel 4 29 Spesifikasi mesin pendingin dengan penambahan ice flake 1:1

Spesifikasi mesin pendingin dengan ditambah ice flake 1:1

Cargo hold number	Series	Compressor Type	cooling capacity (kw)	compressor power (kw)	fan power condensor (kw)	fan power evaporator (kw)
1 PS	05 L	4DC5.2	6,18	4,4	0,36	0,5
1 SB	05 L	4DC5.2	6,18	4,4	0,36	0,5
2 PS	05 L	4DC5.2	7,26	4,67	0,36	0,5
2 SB	05 L	4DC5.2	7,26	4,67	0,36	0,5
3 PS	06 L	4CC6.2	8,32	5,67	0,36	0,5
3 SB	06 L	4CC6.2	8,32	5,67	0,36	0,5
TOTAL			43,52	29,48	2,16	3

Total Power

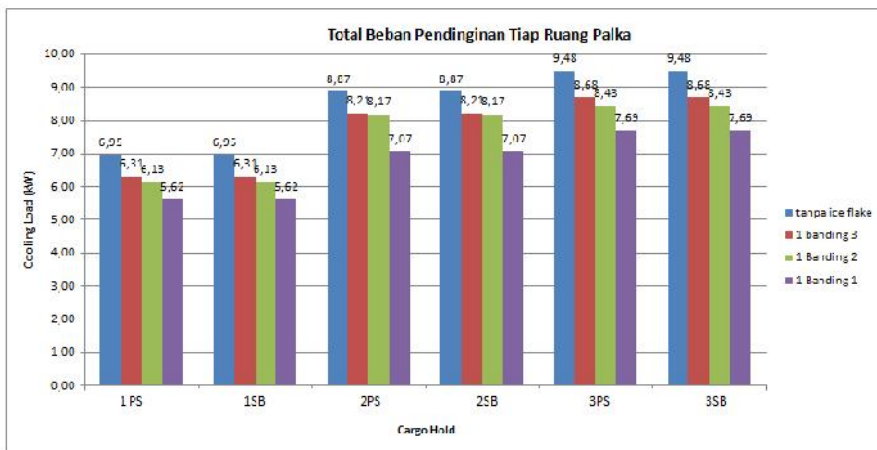
34,64

kwh

4.8 Analisa Data

Dalam analisa data ini akan dilakukan analisa pengaruh penambahan *ice flake* terhadap beban pendinginan ruang palka , dan juga pengaruh penambahan *ice flake* terhadap total daya mesin pendingin.

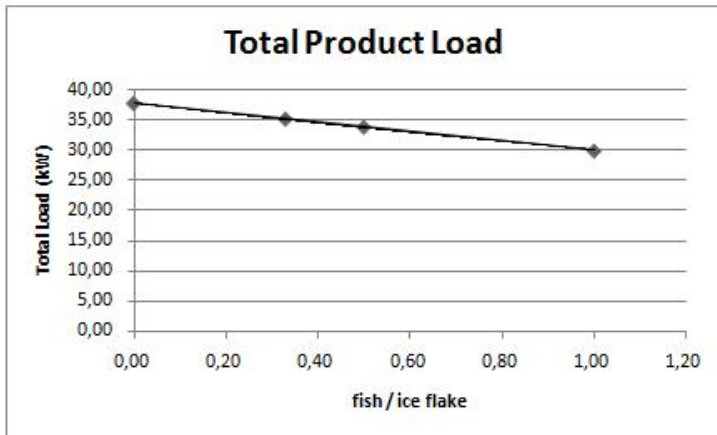
4.8.1 Beban Pendinginan Muatan



Gambar 4 6 Beban Pendinginan Muatan

Dari diagram tersebut dapat dilihat bahwa beban pendinginan yang berasal dari muatan di setiap ruang palka mengalami penurunan untuk setiap variasi penambahan *ice flake* .

Penurunan beban pendinginan paling besar dialami oleh variasi penambahan *ice flake* 1:1, dan penurunan paling kecil terjadi pada variasi perbandingan *ice flake* 1:3.

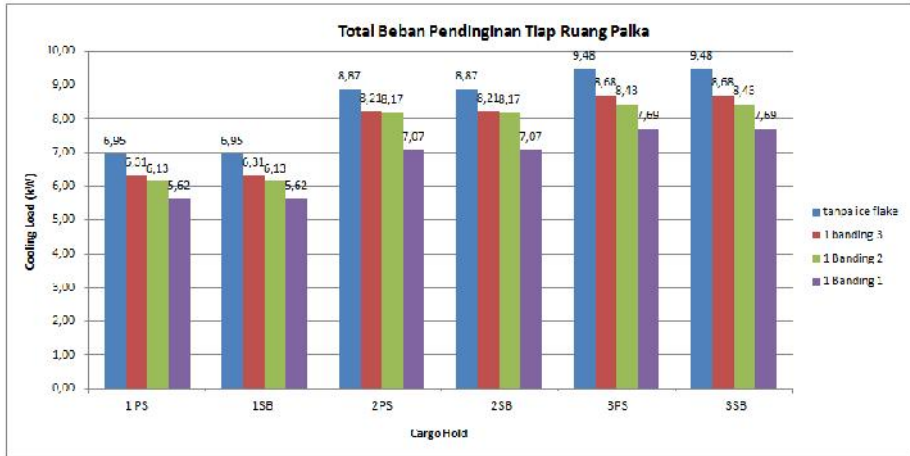


Gambar 4 7 Grafik Total Beban Pendinginan Muatan

Dari grafik diatas juga bisa dilihat bahwa dengan perbandingan berat *ice flake* yang ditambahkan dibanding berat ikan yang semakin besar, penurunan beban pendinginan muatan juga semakin besar.

4.8.2 Beban Pendinginan Ruang Palka

Gambar 4 8 Diagram Beban Pendinginan Ruang Palka



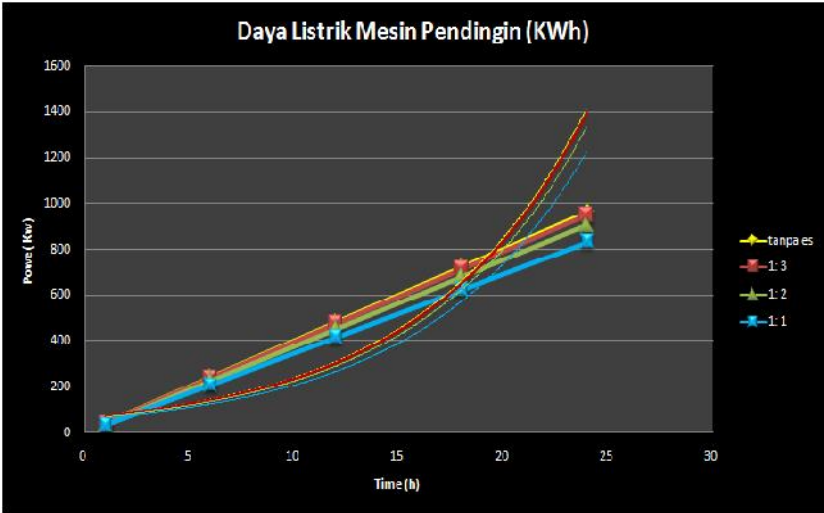
Dari diagram tersebut juga bisa dilihat bahwa untuk total beban pendinginan di tiap ruang palka mengalami penurunan pada setiap perbandingan penambahan *ice flake* yang semakin besar.

Tabel 4 30 Beban Pendinginan Ruang Palka

Cargo hold number	Total Cooling load (kW)			
	Tanpa ice flake	ice flake 1 : 3	ice flake 1 : 2	ice flake 1 : 1
1 PS	6,95	6,31	6,13	5,62
1 SB	6,95	6,31	6,13	5,62
2 PS	8,87	8,21	8,17	7,07
2 SB	8,87	8,21	8,17	7,07
3 PS	9,48	8,68	8,43	7,69
3 SB	9,48	8,68	8,43	7,69
total	50,60	46,41	45,48	40,76

4.8.3 Pemakaian Energi Listrik Mesin Pendingin

Gambar 4 9 Grafik Konsumsi Daya Listrik Mesin Pendingin



Tabel 4 31 Konsumsi Daya Mesin Pendingin

Total pemakaian daya mesin pendingin KW/Day			
Tanpa ice flake	Ice flake 1 : 3	Ice flake 1 : 2	Ice flake 1 : 1
961,92	948	906,24	831,36

Dari grafik dan tabel diatas dapat dilihat bahwa untuk pemakaian daya listrik per hari yang paling besar dialami oleh mesin pendingin tanpa adanya variasi penambahan *ice flake* yaitu sebesar 961,92 kW/ hari. Sedangkan yang paling kecil konsumsi

pemakaian daya listriknya adalah yang dikombinasikan dengan *ice flake*, dengan perbandingan berat *ice flake* banding ikan 1:1

4.8.4 Total Pemakaian Daya Listrik

Estimasi total pemakaian daya listrik untuk kebutuhan pendinginan, didapat dari penjumlahan total kebutuhan daya mesin *ice flake* ditambah dengan total pemakaian daya mesin pendingin.

Tabel 4 32 Kebutuhan Daya Mesin Ice Flake

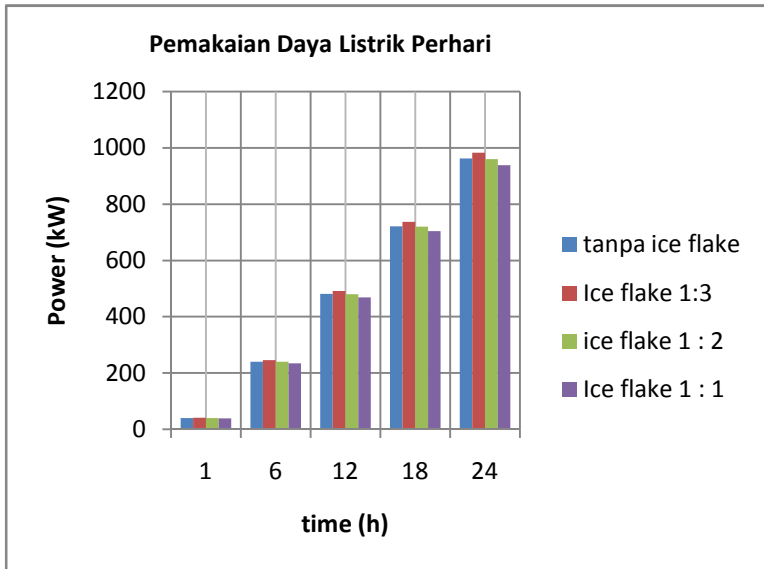
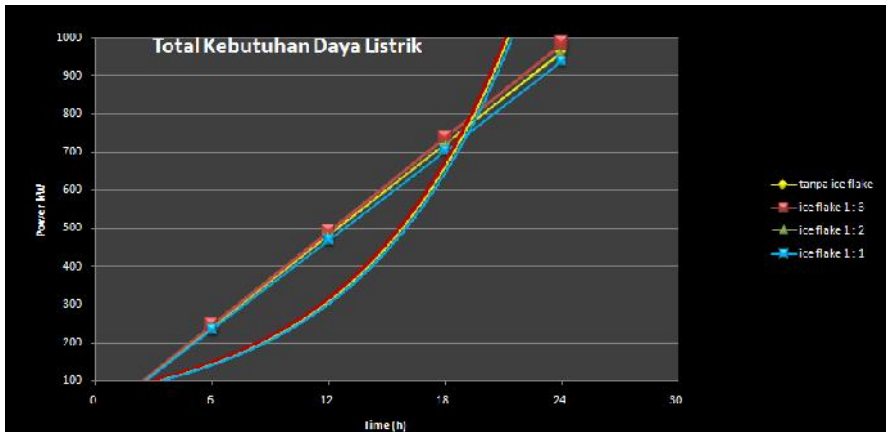
Pemakaian daya mesin *ice flake*

Variasi Ice Flake	Berat (Kg)	Daya Mesin KWh	capacity (kg/h)	Lama Produksi (h)	Total Daya (kW)
1 : 3	1668,7	4,4	208,33	8,01	35,2444
1 : 2	2528,4	4,4	208,33	12,14	53,4007
1 : 1	5056,8	4,4	208,33	24,27	106,801

Tabel 4 33 Total Jumlah Kebutuhan Energi Listrik Mesin Ice Flake dan Mesin Pendingin

Variasi Ice Flake	Daya Mesin Pendingin KW/day	Total Daya Mesin ice flake KW	Total Pemakaian Daya KW
0	961,92	0	961,92
1 : 3	948,0	36,84645706	984,85
1 : 2	906,24	55,82796525	962,07
1 : 1	831,36	111,6559305	943,02

Gambar 4 10 Grafik Total Kebutuhan Daya Listrik



Dari grafik dan tabel perhitungan diatas diketahui bahwa pemakaian daya paling kecil dihasilkan oleh variasi penambahan *ice flake* 1:1, yaitu sebesar 943,02 kW per hari. Sedang yang paling besar dihasilkan variasi penambahan *ice flake* 1:3 , yaitu sebesar 984,85 kW per hari. Untuk variasi penambahan *ice flake* 1:2 dan tanpa penambahan *ice flake* dihasilkan total pemakaian daya listrik yang tidak berbeda terlalu jauh. Yaitu sebesar 962,07 kW per hari dan 961,92kW per hari.

4.8.5 Estimasi Biaya Pemakaian Daya Listrik

Pada estimasi biaya pemakaian daya listrik untuk pendinginan ruang palka, digunakan tarif dasar listrik dari PT.PLN (PERSERO) untuk golongan I-3. Adapun tarif dasar listrik per kVArh adalah sebesar 1114,74 rupiah.

Tabel 4 34 Estimasi Biaya Pemakaian Daya Listrik

Estimasi Biaya Pemakaian Energi Listrik

variasi penambahan	total energi listrik (kWh)	harga listrik (Rp/kVArh)	Biaya pemakaian per jam (Rp)		Biaya pemakaian per hari(Rp)
Tanpa <i>ice flake</i>	40,08	1114,74	Rp	52.563,27	Rp 1.261.518,47
<i>Ice flake</i> 1 : 3	40,97	1114,74	Rp	53.728,52	Rp 1.289.484,59
<i>Ice flake</i> 1 : 2	39,99	1114,74	Rp	52.438,72	Rp 1.258.529,21
<i>Ice flake</i> 1 : 1	39,09	1114,74	Rp	51.265,00	Rp 1.230.359,95

Kemudian dengan ditambahkan *ice flake* ke dalam ruang muat kapal, maka berat muatan yang mampu diangkut pada tiap variasi penambahan *ice flake* akan berkurang sebanyak berat *ice flake* yang ditambahkan ke dalam ruang muat. Dengan berkurangnya muatan tersebut, kemudian dilakukan analisa perbandingan antara biaya operasional untuk pemakaian daya listrik mesin pendingin dibandingkan dengan keuntungan yang didapat dari jumlah muatan yang mampu diangkut oleh kapal dengan harga ikan Tuna perkilogram adalah Rp 55.000,-.

Tabel 4 35 Perbandingan Pendapatan dan Biaya Operasional

variasi penambahan ice flake	Berat muatan per variasi penambahan ice flake (kg)	Pendapatan (Rp)	Biaya pemakaian selama berlayar(Rp)	Keuntungan (Rp)
Tanpa ice flake	5056,8	Rp 278.124.000,00	Rp 37.845.554,15	Rp 240.278.445,85
Ice flake 1 : 3	3792,6	Rp 208.593.000,00	Rp 38.684.537,79	Rp 169.908.462,21
Ice flake 1 : 2	3371,2	Rp 185.416.000,00	Rp 37.755.876,42	Rp 147.660.123,58
Ice flake 1 : 1	2528,4	Rp 139.062.000,00	Rp 36.910.798,42	Rp 102.151.201,58

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perhitungan dan analisa data yang telah dilakukan diatas maka dapat diambil kesimpulan dasar dan saran sebagai berikut :

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisa data yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan ice flake pada ruang palka kapal penangkap ikan mapu mengurangi beban pendinginan yang terjadi di ruang palka kapal penangkap ikan.
2. Besar pemakaian energi listrik mesin pendingin ketika dikombinasikan dengan penambahan ice flake 1:3 , 1:2 , dan 1:1 adalah 984kW/hari ; 906,24/hari ; dan 831 kW/hari

Dari perhitungan dan analisa data secara teknis , penambahan ice flake pada ruang muat mampu mengurangi kapasitas beban pendinginan di ruang palka kapal penangkap ikan. Jumlah berat ice flake dibanding ikan yang paling efisien untuk ditambahkan adalah sebanyak 1:1. Selain Itu, penambahan ice flake mampu mengurangi biaya pemakaian energi listrik.

Namun apabila dibandingkan dengan berat muatan yang mampu diangkut penambahan *ice flake* pada ruang muat dirasa kurang efisien, karena dengan ditambahkan *ice flake* berat muatan berkurang. Sehingga hasil yang didapatkan dari penjualan ikan menjadi lebih sedikit.

5.2 Saran

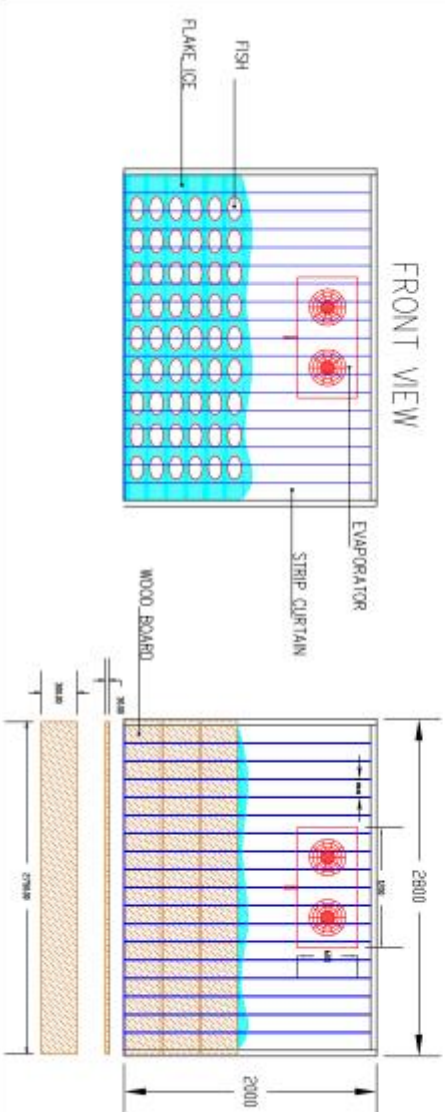
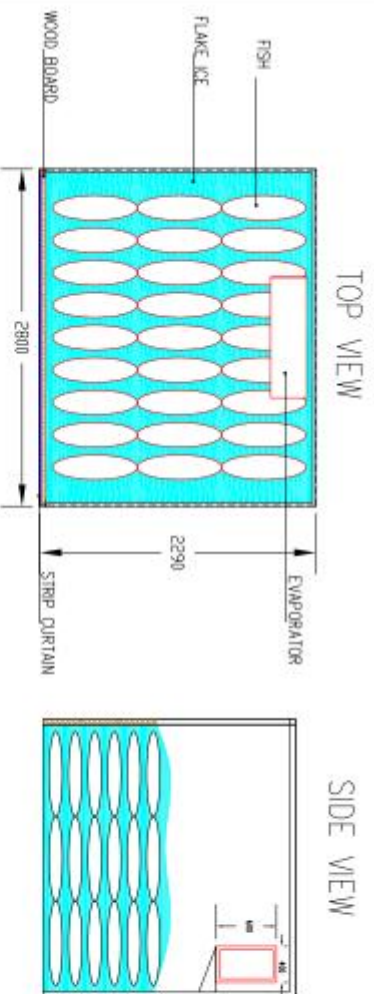
1. Masih perlu dilakukan analisa terhadap pengaruh penambahan berat dari ice flake terhadap stabilitas kapal.
2. Masih perlu dilakukan analisa ekonomis mengenai biaya penambahan mesin ice flake di atas kapal.

DAFTAR PUSTAKA

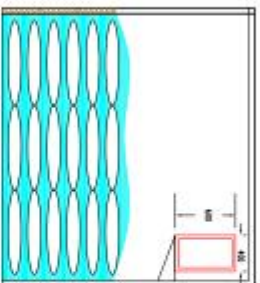
- Alwi Asy'ari Aziz. 2012. "*Desain Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Tradisional Dengan Memanfaatkan Uap Es Kering*". Jurnal teknik POMITS, Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS.
- Ardianto Rizki, Ir.Alam Baheramsyah M.Sc, dan Beni Cahyono ST.MT. 2012. "*Desain Sistem Pendingin Ruang Muat kapal Ikan Tradisional Menggunakan Es kering Dengan Penambahan Eutectic Gel*" Jurnal teknik POMITS, Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS.
- International Organization for Standardization 7547.2002. "*Ships and marine technology- Air conditioning and ventilation of accommodation spaces - Design conditions and basis of calculations*"
- Jauhari Lutfi , 2012 , *Dasar- Dasar Refrigerasi*
[<http://lukmanhakismkn29.blogspot.co.id/2014/08/sistem-kelistrikan-refrigerasi.html>](http://lukmanhakismkn29.blogspot.co.id/2014/08/sistem-kelistrikan-refrigerasi.html)
- Sovanda Bravo Yovan, Alam Baheramsyah, dan Taufik Fajar Nugroho. "*Studi Perencanaan Jacketed Storage System Memanfaatkan CO₂ Cair Sebagai Refrigeran*". Jurnal teknik POMITS, Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS.
- Sulastrri Suhana . 2011 . *Pendinginan Ikan Dengan Es* .Departemen Teknologi Hasil Perairan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor,
[<http://suhanasulastrri.blogspot.co.id/2011/03/pendinginan-ikan-dengan-es.html>](http://suhanasulastrri.blogspot.co.id/2011/03/pendinginan-ikan-dengan-es.html)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAYOUT RUANG PALKA

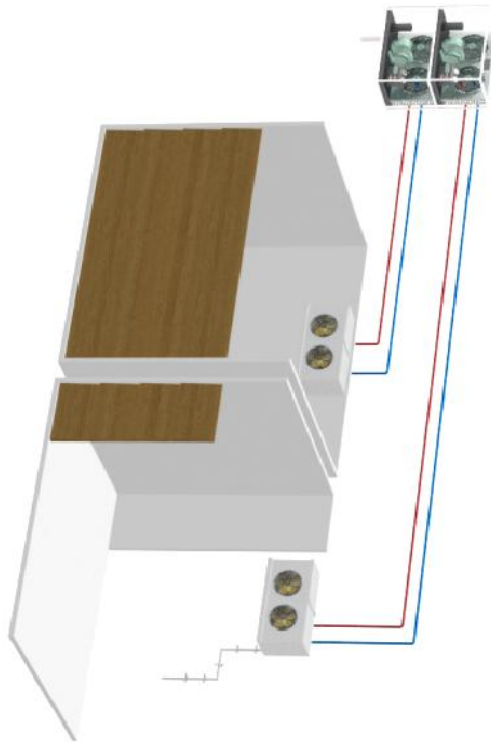


SIDE VIEW

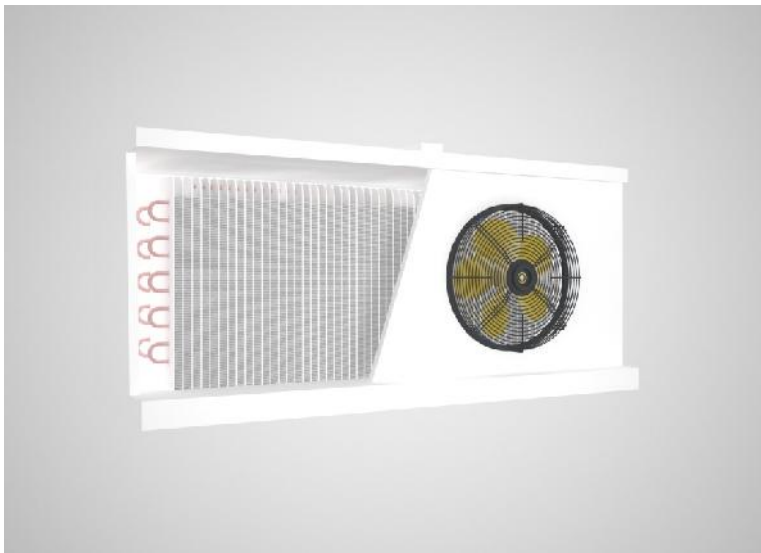
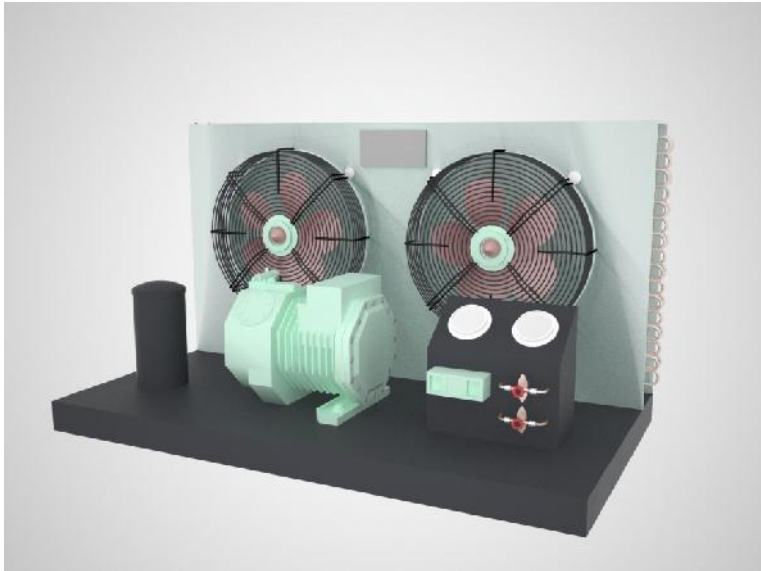


- Layout Ruang Palka

- Layout 3D Ruang Palka



- Evaporating Unit dan Condensing Unit



- Spesifikasi Mesin Pendingin

Model			JZBF						
			05L	06L	08L	10L	12L	15L	20L
Compressor Model			4DC5.2	4CC6.2	4TCS8.2	4PCS10.2	4HCS12.2	4H15.2	4G20.2
Cooling Capacity &Power Input	Evaporation Temp. -20℃	Capacity(KW)	7.26	8.32	11.87	13.77	16.25	20.7	24.1
		Power(KW)	4.67	5.67	6.87	7.88	9.2	12.5	14.83
	Evaporation Temp. -23℃	Capacity(KW)	6.18	6.92	10.06	11.68	13.66	17.6	20.4
		Power(KW)	4.4	5.27	6.42	7.32	8.56	11.5	13.86
	Evaporation Temp. -25℃	Capacity(KW)	5.52	6.06	8.97	10.41	12.17	15.64	18.17
		Power(KW)	4.23	5	6.09	6.91	8.09	10.85	13.14
Applicable Room Temperature(℃)			-20~-15℃						
Refrigerant			R22						
Power Supply			380V/3P/50HZ						
Condenser	Fan Quantity(PCS)		2	2	2	2	4	4	4
	Fan Voltage(V)		380	380	380	380	380	380	380
	Fan Power(W)		180×2	180×2	250×2	250×2	180×4	180×4	180×4
Interface	Gas Diameter (mm)		φ28	φ28	φ35	φ35	φ35	φ42	φ54
	Liquid Out (mm)		φ12	φ12	φ16	φ16	φ22	φ22	φ22
Size	A(mm)		960	960	1640	1860	1860	960	960
	B(mm)		800	800	950	1000	1000	800	800
	C(mm)		849	849	899	899	999	849	849
Installation dimensions 1(a×b)(mm)			130×130	130×130	130×130	130×130	130×130	130×130	130×130
Installation dimensions 2(c×d)(mm)			760×420	760×420	910×470	960×470	960×470	760×420	760×420

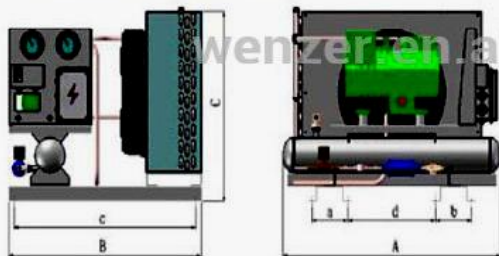
● Overall Size

JZBF Series Air Cooled Condensing Units (Bitzer Compressor)

Integral type

JZBF02M(Y)~JZBF07M(Y)

JZBF01L(Y)~JZBF06L(Y)



- Tarif Dasar Listrik PLN



PT PLN (PERSERO)

Jalan Trunojoyo Blok M 1/135 Kebayoran Baru - Jakarta 12160

Telp. : (021) 7261875, 7261122, 7262234

(021) 7251234, 7250550

Kotak Pos : 4322/KBB

Faximile : (021) 7221330

Alamat Kawat : PLNPST

**PENETAPAN
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)**

BULAN JANUARI 2017

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVAh (Rp/kVAh)	
1.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.467,28	1.467,28
2.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.467,28	1.467,28
3.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.467,28	1.467,28
4.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.467,28	1.467,28
5.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**))	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVAh = $1.114,74$ ****)	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**))	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVAh = $1.114,74$ ****)	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = $996,74$ kVAh = $996,74$ ****)	-
9.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
10.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**))	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVAh = $1.114,74$ ****)	-
11.	P-3/TR		*)	1.467,28	1.467,28
12.	U/TR, TM, TT		-	1.544,52	-

Catatan :

*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):

 $RM1 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian.}$

**) Diterapkan Rekening Minimum (RM):

 $RM2 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian LWBP.}$

Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):

 $RM3 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.}$

Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

****) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVAh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).

K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat ($1,4 \leq K \leq 2$), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP : Waktu Beban Puncak.

LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, Jawa Timur pada tanggal 14 November 1991. Merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Setelah lulus pendidikan dari SMA Negeri 1 Surabaya, Penulis melanjutkan studi strata 1 di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember melalui jalur PMDK, terdaftar dengan Nomor Registrasi Pokok 4210100036 dan mengambil

konsentrasi bidang keahlian *Marine Manufacture and Design* (MMD). Selama perkuliahan penulis aktif sebagai pengurus Himpunan Mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan (HIMASISKAL) sebagai Kepala Bidang *Character Building* Departemen PSDM HIMASISKAL dan berperan sebagai *Steering Committee Character Building* selama dua periode. Selain itu penulis pernah menjadi pegawai paruh waktu di beberapa perusahaan. Diantaranya PT.DBL Indonesia sebagai *liasion organizer* , PT. Surveyor Indonesia (Persero) sebagai *project surveyor* dan CV.Tri Jaya Tekhnik sebagai teknisi.

Yosef Novian Andy Prasetyo

Yosef.novian@gmail.com